BEITRÄGE

ZUR

DESINFECTION MIT WASSERDAMPF.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU JENA

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE

VORGELEGT

VON

HEINRICH TEUSCHER,

PRAKT. ARZT.

LEIPZIG,

VEIT & COMP.

1890.

Genehmigt von der medicinischen Fakultät zu Jena auf Antrag des Prof. Gärtner.

Jena, den 17. November 1890.

Prof. Biedermann,
d. Z. Decan der medicinischen Klinik.

Separatabdruck aus der *Zeitschrift für Hygiene.* 1890.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

SEINEM LIEBEN VATER

IN VEREHRUNG UND DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Bei der Desinfection mittelst Wasserdampf kommen hauptsächlich folgende Systeme von Apparaten in Betracht:

1. Apparate mit ungespanntem Dampfe:

   a) aus reinem Wasser (Henneberg, Göttinger Appar., Reck u. A.),

   b) aus Salzlösungen (Dobroslavine, Lorenz).

2. Apparate mit überhitztem Dampf (Walz und Windscheid, Bacon u. A.).

3. Solche mit geringem constanten Ueberdruck (Schimmel, Budenberg u. A.).

4. Solche mit starkem Ueberdruck (Geneste-Herscher, Washington, Lyon u. A.).

5. Apparate mit stark gespanntem strömenden Dampf (Geneste-Herscher, Budde's Project).

Dabei ist noch zu bemerken, dass die Einen den Dampf von oben, die Anderen denselben von unten in den Apparat eintreten lassen.

Aus der grossen Zahl der Systeme darf man schliessen, dass über die Art, wie die Desinfection mit Wasserdampf zu Stande kommt, noch keine volle Klarheit besteht. Letztere ist aber nothwendg, um vor Fehlern bei der Ausführung der Desinfection, und somit vor Misserfolgen geschützt zu sein.

Es ist das Verdienst der Ingenieure Walz und Windscheid[1] aus Düsseldorf, zuerst auf die Wichtigkeit dieser Erkenntniss aufmerksam gemacht zu haben.

Die genannten Ingenieure sind nämlich der Ansicht, dass der Gewichtsunterschied zwischen Luft und Dampf die Desinfection der Objecte bedinge. Die schwerere Luft falle in der leichteren Dampfatmosphäre aus denselben heraus und werde durch letzteren ersetzt. Man müsse diesen Vorgang unterstützen, indem man die Gewichtsunterschiede der beiden Stoffe möglichst gross mache, und das erreiche man entweder durch Ueberhitzen des Dampfes, wodurch dieser leichter werde, oder durch Anwendung eines Ueberdruckes im Apparate, wodurch die Luft zusammengedrückt, also relativ schwerer werde. Auf das Strömen des Dampfes, dem von einigen Forschern besonderer Werth beigelegt werde, komme es gar nicht an, namentlich finde sicher kein Durchströmen des Dampfes durch die Objecte statt. Mit Bezug hierauf construirten sie Apparate, in denen thatsächlich überhitzter Dampf zur Anwendung kommt.

Ueber diese Ansichten entwickelte sich eine Discussion, in welcher ausser den Walz-Windscheid'schen Meinungen besonders die von Prof. Gruber[2] und Dr. v. Esmarch[3] von Bedeutung waren. Gruber kommt zu dem Resultate, dass überhitzter Dampf zwar schneller in die Objecte eindringe als gesättigter, seine Desinfectionskraft aber geringer sei. v. Esmarch findet, dass der überhitzte Dampf in seiner desinficirenden Eigenschaft sich nur wenig von heisser Luft unterscheide. Der gesättigte, strömende Dampf desinficire viel besser, und zwar um so schneller, je stärker er ströme. Seine hierauf bezüglichen Experimente werden aber von Walz und Windscheid als fehlerhaft angefochten.

Was die Frage über die Desinfection in den Objecten anlangt, so hatte v. Esmarch auch hierüber eine Angabe gemacht, nach welcher es schien, als ob unter gewissen Umständen überhitzter Dampf überhaupt nicht desinficire. Er berichtet über Versuche mit überhitztem Dampfe, bei denen es zwar gelungen war, Milzbrandsporen innerhalb der Objecte zu tödten, wo aber freiliegende Sporen der Vernichtung widerstanden hatten. Diese Erscheinung wurde so erklärt, dass die an letzteren stattfindende Condensation zu einer genügenden Durchfeuchtung nicht stark genug gewesen sei.

[1] Der neue Desinfectionsapparat in Düsseldorf. *Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege.* Bd. LXXXVI und LXXXVII. — *Desinfectionsapparate für Städte und Krankenhäuser.* Eine wissenschaftliche Erwiderung u. s. w. Düsseldorf 1888. — *Gesundheitsingenieur.* 1888 u. 1889.

[2] Ueber die Thursfield'schen Desinfectoren. *Gesundheitsingenieur.* 1888. Nr. 9. und Nr. 22. — *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Bd. II.

[3] *Zeitschrift für Hygiene.* 1888, Bd. IV u. 1887, Bd. II.

Eine gewisse Befeuchtung, wie sie durch die Condensation des Wasserdampfes an den kühleren Objecten statt hat, scheint nothwendig zu sein, wie schon von Soyka,[1] Sambuc,[2] Budde,[3] Gruber[4] behauptet ist.

So steht zur Zeit die Frage über die Art, wie die Desinfection mit Wasserdampf zu Stande kommt. Im Folgenden haben wir uns die Aufgabe gestellt, zunächst die Versuche von v. Esmarch und Gruber zu wiederholen, um eine Ansicht über die Brauchbarkeit des überhitzten Dampfes zu gewinnen. Ferner soll versucht werden, einigen Aufschluss zu geben über die Art, wie Luft und Condensation des Dampfes den Desinfectionsprocess beeinflussen.

Am Schlusse der Arbeit soll über eine Anzahl Versuche berichtet werden, welche ausgeführt wurden, um zu erfahren, ob die Benutzung einer Kochsalzlösung, die von einigen Forschern als Siedeflüssigkeit in Desinfectionsapparaten gebraucht worden war, für die Praxis zu empfehlen sei, oder nicht.

Es war zunächst meine Aufgabe, v. Esmarch's Versuche zu wiederholen und zwar zunächst genau so, wie er selbst sie angestellt hat, und zweitens in der Weise, dass die von Walz als fehlerhaft gerügte Anordnung im Sinne dieses Letzteren abgeändert wurde.

v. Esmarch[5] hatte sich zur Aufgabe gemacht, die desinficirende Wirkung des „strömenden überhitzten Dampfes" zu untersuchen. Dabei glaubte er gleich von vornherein annehmen zu dürfen, dass der überhitzte Dampf eine geringere Desinfectionskraft besitzen werde, als nicht überhitzter, da er mit jedem Grade über 100 „trockener" werde, d. h. sich der Luft nähere, deren geringe Desinfectionskraft bekannt ist.

Der zu den Versuchen benutzte Apparat wird von v. Esmarch folgendermassen beschrieben: „Als Dampfkessel diente mir ein gewöhnlicher Drei-Literkolben, der mit Wasser gefüllt und durch drei Bunsenflammen geheizt wurde. Durch ein kurzes Knierohr aus Glas wurde der entwickelte Dampf sodann weiter in ein 40 cm langes, $1^1/_2$ Zoll im Lichten habendes Gasrohr geführt, welches von einer Reihe gewöhnlicher Bunsenschnittbrenner, deren Flammen einzeln zu reguliren waren, ganz beliebig hoch erwärmt werden konnte. An das eiserne Rohr schloss sich noch ein kurzes Glasrohr an, das am Ausströmungsende noch mit einem doppelt durchborten Korke ver-

---

[1] Zur Theorie und Praxis der Desinfection. *Medicinische Wandervorträge.* 1889. Heft 5.

[2] Desinfection par la vapeur. *Revue d'hygiène.* 1885.

[3] *Archiv f. Hygiene.* 1889. Bd. IX. S. 242. — *Zeitschr. f. Hygiene.* 1889. Bd. VII.

[4] *Gesundheitsingenieur.* 1888. — *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Bd. II.

[5] *Zeitschrift für Hygiene.* 1888. Bd. IV.

sehen war. In der einen Bohrung steckte ein nach unten gebogenes dünnes Glasröhrchen, durch welches der Dampf ungehindert in's Freie entweichen konnte, das aber eng genug war, um keine Luft während des Ausströmens nach innen eindringen zu lassen; die andere Korkbohrung wurde durch ein Thermometer verschlossen, dessen Kugel 10 bis 15 cm in die Glasröhre hineinragte. Direct um die Kugel war ein kleiner Korb aus Platindraht befestigt, der zugleich die zu desinficirenden Bacterienproben aufzunehmen hatte. Auf diese Weise konnte ich sicher sein, dass die von dem Thermometer angezeigte Temperatur stets die gleiche wie die auf die Bacterien einwirkende war.

Dem ganzen Röhrensystem wurde eine leichte Neigung zur Horizontalen gegeben, so dass das bei beginnender Dampfbildung darin sich niederschlagende Condensationswasser sogleich in den Kolben wieder zurückfliessen konnte. Es versteht sich von selbst, dass alle Röhrenverbindungen gut gedichtet waren, so dass ein Hineingelangen von Luft in den Apparat ausgeschlossen war."

Der gebildete Dampf strömte nun in starkem Strome aus der engen Glasröhre am Ende aus, und v. Esmarch konnte dem Dampfe durch Regulirung der Flamme Temperaturen von 100 bis 200° C. und darüber geben. Als Desinfectionsobjecte verwendete er Milzbrandsporen und Gartenerde, die jedes Mal vor der Verwendung in ganz gleich grosse Stückchen Filtrirpapier eingeschlagen wurden. Als Nährboden dienten Gelatine und Bouillon. v. Esmarch fand nach einer Reihe von Versuchen, dass bei Temperaturen von mehr als 100° die Desinfectionskraft des Dampfes sich bald verringere, bei 120 bis 130° C. ihren tiefsten Stand erreiche und nun allmählich ansteige, um erst bei 150 bis 200° wieder so stark zu werden, wie bei 100° C. Bei so hohen Temperaturen werde auch im Trockenschranke mit heisser Luft in kurzer Zeit alles Lebende getödtet.

Besonders beweisend dafür, dass es die „Trockenheit" des Dampfes sei, welche ihn trotz seiner hohen Temperatur so wenig wirksam mache, sind für v. Esmarch zwei Versuche, in denen die Päckchen mit Sporen durchnässt waren. Beide Proben wurden fünf bezw. zehn Minuten einer Temperatur von 120° C. ausgesetzt und zeigten sich dann steril, während trockene bei 125° C. erst nach 40 Minuten vernichtet waren.

Auf Grund seiner Untersuchungen glaubt v. Esmarch, dass dem ungespannten, überhitzten Dampfe für die Desinfection derselbe Vorwurf zu machen sei, wie der Luft. Ich construirte mir nun einen mit v. Esmarch's Beschreibung möglichst genau übereinstimmenden Apparat und verfuhr bei der Anstellung der Versuche möglichst ebenso wie er.

Bevor ich auf diese Versuche selbst eingehe, möchte ich erst noch Einiges über die von mir bei allen Versuchen benutzten Milzbrand-

seidenfäden sagen. Um das Material, mit welchem ich arbeiten wollte, kennen zu lernen, legte ich eine Anzahl der auf die gewöhnliche Weise hergestellten Fäden nach dem Vorschlage von C. Fränkel[1] in eine Phenollösung von 5 Theilen Phenol auf 100 Theile Wasser. Die letzten am 39. Tage aus dieser Lösung in Bouillon gebrachten Fäden zeigten noch reichliche Entwickelung, lagen also der Grenze von 40 Tagen, von wo an Fränkel die Sporen als „äusserst widerstandsfähig" bezeichnet, sehr nahe. Um nun die äusserste Grenze kennen zu lernen, bis zu welcher meine Sporen ihre Lebensfähigkeit behalten würden, stellte ich eine zweite Lösung dar von 5 Theilen Phenol auf 95 Theile Wasser. Die in diese Lösung eingelegten Sporen waren schon am 19. Tage nicht mehr entwickelungsfähig. In einer dritten Lösung, die wieder der ersten gleich war, blieben die Sporen 32 Tage lebendig.

Bevor die Seidenfäden in Bouillon und in den Brütofen gebracht wurden — eine Methode, welche am schnellsten zum Ziele führt — legte ich sie, um sie von der anhaftenden Lösung möglichst zu befreien, für kurze Zeit drei Mal der Reihe nach in sterilisirte Uhrschälchen mit ausgekochtem Wasser unter eine ebenfalls sterilisirte Glocke. Auf diese Weise wurde eine Verunreinigung in den allermeisten Fällen vermieden, so dass beim Revidiren der dem Brütofen entnommenen Bouillonröhrchen meist ein Blick genügte, um festzustellen, ob Wachsthum eingetreten war oder nicht.

Die obigen Phenollösungen waren so hergestellt, dass reines krystallisirtes Phenol durch vorsichtiges Erwärmen flüssig gemacht und dann nach dem Abwiegen dem Wasser zugesetzt wurde. Bemerkenswerth ist in den obigen drei Versuchen über Entwickelungshemmung der Milzbrandsporen, dass im zweiten Versuche ein ausserordentlich geringes Mehr von Phenol genügte, um die Entwickelung der Sporen zu verzögern und dass in der dritten Versuchsreihe die von derselben Cultur stammenden Sporen in einer gleichen Lösung wie bei der ersten sieben Tage früher zu Grunde gingen.

Einen Grund für diese Erscheinung kann ich nicht angeben.

Das mit den Fäden gefüllte Reagensrohr wurde stets in einem dunklen Schranke aufbewahrt. Vielleicht giebt diese Thatsache den Schlüssel zu manchen Schwankungen in den Ergebnissen verschiedener Experimentatoren. Eingehendere Untersuchungen über diesen Punkt anzustellen, wäre gewiss nicht ohne Interesse, doch lag es ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit.

Ich gebe nun im Folgenden einen Ueberblick über die Versuche mit dem von mir nach v. Esmarch's Angabe construirten Apperate, dessen

---

[1] *Zeitschrift für Hygiene.* 1889. Bd. VI.

Röhrensystem also zunächst „eine leichte Neigung zur Horizontalen“ besass. In der hier folgenden Tabelle I bedeuten die in der ersten senkrechten Reihe stehenden Zahlen, wie oft derselbe Versuch bei derselben Temperatur und Zeitdauer angestellt wurde. Sie ist aus einer Reihe von Tabellen entnommen, die ich der Uebersicht und Kürze halber in eine einzige zusammengestellt habe.

Die Wiederholungen der Versuche sind demgemäss an verschiedenen Tagen vorgenommen. Sowohl bei diesen, wie bei allen späteren Versuchen wurden von den hier ausschliesslich angewendeten Milzbrandsporen stets Controlröhrchen angesetzt, in denen sich immer lebhaftes Wachsthum zeigte, ein Beweis, dass an den Seidenfäden lebensfähige Sporen in reichlicher Anzahl vorhanden waren.

Tabelle I.

Wie oft wiederholt	Temperatur Grad	Dauer in Minuten	Erfolg
1	100	2	gewachsen
1	100	5	todt
1	100	10	„
2	110	5	„
2	110	10	„
1	110	25	„
2	120	5	beide gewachsen
2	120	10	todt
1	120	25	„
1	125	5	gewachsen
1	125	10	todt
2	130	5	„
1	130	10	„
2	140	5	beide gewachsen
1	150	2	gewachsen
3	150	5	alle drei gewachsen
3	150	10	todt
1	160	5	„
1	170	5	„
1	175	5	„
1	175	10	„
1	185	5	„
1	185	10	„
1	200	5	„

Man bemerkt, dass in diesen Versuchen die Sporen eine viel längere Dampfeinwirkung als fünf Minuten niemals vertrugen, während sie sich bei v. Esmarch bei einer Temperatur von 123° C. nach 30 Minuten noch entwickelten. Das ist um so auffallender, als die von mir verwen-

deten Sporen von Seidenfäden stammten, welche das hiesige hygienische Institut der Güte v. Esmarch's verdankt.

Da über eine viel höhere Widerstandsfähigkeit von Milzbrandsporen, als sie die meinigen besitzen, überhaupt noch nicht berichtet worden ist, so kann ich obige Erscheinung nur durch etwa vorhandene Unterschiede in der Anordnung der v. Esmarch'schen und meiner Versuche erklären, die ja sehr leicht vorhanden gewesen sein können, da ich meinen Apparat nur nach einer Beschreibung anfertigen konnte. So ist es z. B. denkbar, dass die von v. Esmarch an das Ueberhitzungsrohr angefügte [Desinfections-] Glasröhre, deren Weite in der Beschreibung nicht angegeben ist, weiter war als die von mir benutzte — also auch mehr Luft enthielt. Auch ich habe nämlich, wie Walz, nach obigen und den sogleich mitzutheilenden Versuchen mit senkrecht nach unten gerichtetem Röhrensysteme die Ueberzeugung gewonnen, dass v. Esmarch's Versuche zum Theil durch Anwesenheit von Luft geschädigt worden sind.

Walz[1] führt aus, dass die Stellung des Röhrensystems an v. Esmarch's selbstconstruirtem Apparate unzweckmässig gewesen sei. Weil nämlich die Röhren eine Neigung zur Horizontalen besessen hätten, habe die Luft ihrer Schwere entsprechend nach unten, d. h. auf demselben Wege, sich entfernen müssen, auf welchem der Dampf ihr entgegengekommen sei. Luft und Dampf haben also einander entgegengewirkt. Ferner habe jedes Mal beim Oeffnen des Pfropfens zum Einbringen der Sporen in die Glasröhre der Apparat sich mit Luft füllen müssen. Um ein wirklich gültiges Resultat zu erhalten, sei es unbedingt nöthig, den Dampf oben ein- und unten hinauszulassen.

Dass v. Esmarch's Versuche nach dieser Richtung hin nicht ganz einwandsfrei sind, konnte man schon aus dem Umstande vermuthen, dass die gleichartigen der in drei Tabellen mitgetheilten Experimente v. Esmarch's nicht immer übereinstimmen. So zeigten sich einmal (Tabelle I v. Esmarch's) die Sporen nach einer Desinfectionsdauer von 10 Minuten bei 150° C. noch entwickelungsfähig, ein anderes Mal (Tab. II v. Esmarch's) todt. Ebenso (Tab. II u. III v. Esmarch's) bei 110° C. nach 20 Minuten.

Tabelle II.

Temperatur	Dauer in Minuten	Erfolg
120°	5	todt
130°	5	„
150°	5	„

[1] *Gesundheitsingenieur.* 1888. Nr. 21.

Bei Temperaturen (120° und 150°), bei denen die Desinfection in trockenem Zustande der Sporen (Tab. I) wiederholt nicht stattgefunden hatte, trat sie nach vorheriger Durchnässung ein, wie vorstehende Tabelle II beweist. — Die Durchnässung des Packetes braucht am Schlusse des Versuches nicht immer sichtbar zu sein. Das Wasser, welches den Fasern und den Sporenfäden anhaftet, wird durch den vorüberstreichenden überhitzten also ungesättigten Dampf rasch verdunstet und nur die gelungene Desinfection zeigt die stattgegefundene Durchnässung an.

Es folgen nun die Versuche mit dem senkrecht nach unten gerichteten Röhrensysteme, wie es Walz fordert.

Die Umänderung des Apparates wurde leicht so vorgenommen, dass das Knierohr, welches den Dampf aus dem Kolben in das Eisenrohr leitete, eine zweite Knickung erhielt, so dass das Eisenrohr mit dem sich daran schliessenden Glasrohr senkrecht nach unten zeigte. Um eine genaue Wärmeregulirung zu ermöglichen, musste eine zweite Aenderung an dem als Desinfectionsraum dienenden Glasrohre vorgenommen werden, zur Einführung des Thermometers. Ungefähr in der Mitte der Glasröhre wurde deshalb ein kurzes Stück angeblasen, das schräg nach oben ragte und mit einem das Thermometer tragenden Korke versehen war. Hierdurch war ein Lufteintritt unmöglich gemacht.

War so der Vortheil gewonnen, die Luft, wenn sie einmal aus dem Apparate „herausgefallen" war, fernzuhalten, so brachte diese Anordnung den Nachtheil, dass, je nach dem Grade der Ueberhitzung, mehr oder weniger Condensationswasser von oben an der Glaswand herabfloss. Es machte sich daher sowohl für das Thermometer, als auch für das Sporenpacket ein besonderer Schutz nöthig. Für das Thermometer geschah dies einfach in der Weise, dass oberhalb der Kugel ein rings herum reichender Schurz aus Pergamentpapier fest geschnürt wurde. Bevor diese Einrichtung getroffen war, ereignete es sich zweimal, dass das Thermometer plötzlich um ungefähr 10° sank, weil ein Tropfen Condensationswasser darauf gefallen war. Diese beiden Unregelmässigkeiten ereigneten sich bei den unten angeführten Versuchen Tabelle III bei 140°, die deshalb mehrfach wiederholt wurden, ohne das Resultat zu ändern; die Benetzung hatte nur am Thermometer, nicht am Sporenpackete stattgefunden.

Die Sporen wurden bei den Versuchen sicher geschützt, indem über das sie enthaltende Drahtkörbchen ein geräumiger Fingerhut gestülpt war, welcher über dessen Rand herabragte. Das Körbchen war nicht am Thermometer, welches stets an seiner Stelle blieb, sondern an einem Draht befestigt; dieser wurde von unten eingeführt und durch Federwirkung in der Röhre festgeklemmt. Der Fingerhut berührte die Wand des Glasrohres nicht, an welcher das spärliche Condensationswasser herabfloss, und

befand sich immer in unmittelbarer Nähe der Quecksilberkugel. Die untere Oeffnung der Glasröhre blieb unverschlossen, so dass die Luft ungehindert herausfallen konnte. Um das Niederschlagen des Condensationswassers am Fingerhut und in demselben, somit eine etwaige Benetzung des Sporenpacketes zu verhindern, blieb der Hut, immer auf dem Drahtkörbchen, im Innern des Glasrohres befestigt. Hut und Drahtkörbchen besassen also beim Herausnehmen und Beschicken mit den Sporenpacketen die jeweilige für den betreffenden Versuch regulirte Temperatur. Während der wenige Secunden dauernden Zeit der Beschickung des Körbchens wurde der Fingerhut neben die dreifache Heizungsflamme unter den Glaskolben gelegt, wo ein Thermometer stets über 110° C. zeigte.

Ich gebe alle Versuche, die mit dem senkrechten Systeme ausgeführt wurden, in der Tabelle III, in derselben Weise geordnet wie in Tab. I. Die Desinfectionsdauer betrug immer 5 Minuten.

Tabelle III.

Wie oft wiederholt	Temperatur Grad	Erfolg
2	100	todt
1	100	„
3	115	1 gewachsen
1	117	gewachsen
2	120	todt
3	125	„
2	135	1 gewachsen
5	140	1 gewachsen
1	145	todt
6	150	„
1	160	„
1	165	„
1	170	„

In dieser Tabelle III sind mit vier Ausnahmen alle Sporen nach fünf Minuten zum Absterben gebracht worden. Aber auch diese vier Ausnahmen können noch beschränkt werden. So wurde erstens der Versuch bei 115°, der von den drei bei dieser Temperatur angestellten eine Vernichtung der Sporen nicht zur Folge hatte, als allererster in's Werk gesetzt, als das Wasser im Kolben eben erst begonnen hatte, zu sieden; man kann also annehmen, dass zu dieser Zeit noch nicht alle Luft aus dem Apparate entwichen war. Ferner kann die Reinheit des bei 117° und die eines der fünf bei 140° angestellten Versuche, in denen ebenfalls die Vernichtung der Sporen nicht erzielt wurde, beanstandet werden. Bei einer Reihe von 4 Versuchen nämlich, welche mit in die Tabelle III auf-

genommen sind, wurde statt des Fingerhutes ein Reagensröhrchen benutzt, welches ungefähr 10 cm über dem Drahtkörbchen herabhing. Es wäre also denkbar, dass die Dämpfe, welche von unten in das Reagensröhrchen aufsteigen mussten, wiederum nicht alle Luft aus demselben verdrängt hätten. Freilich fand bei den beiden anderen Versuchen dieser Reihe, in denen das Reagensglas zur Anwendung kam bei 125° und bei 150°, die Vernichtung der Sporen statt.

Auch am vierten Versuche in Tabelle III, in dem die Sporen nicht getödtet wurden, liesse sich eine Ausstellung machen. In diesem Versuche, der oben als bei 135° ausgeführt verzeichnet steht, fand nämlich eine Schwankung in der Thermometerangabe zwischen 130° und 140° statt, als deren Mittel 135° angegeben ist. Man könnte also denken, dass auch in diesem Versuche sich irgend welche Einflüsse geltend gemacht haben könnten, welche die Vernichtung der Sporen verhinderten.

Aber selbst, wenn man die vier zuletzt besprochenen Versuche unbeanstandet in Tabelle III stehen lassen will, so bleibt doch der Unterschied zwischen Tabelle I und III erheblich genug.

Der besseren Uebersicht halber setze ich die beiden Tabellen noch einmal neben einander, indem ich aus beiden die Versuche weglasse, welche bei Temperaturen von mehr als 150° angestellt wurden, da bei diesen in beiden Reihen gleiche Resultate, d. h. stets Abtödtung der Sporen erzielt wurde. Ferner entferne ich aus Tabelle I diejenigen Versuche, in denen Sporen längere oder kürzere Zeit als 5 Minuten dem Dampfe ausgesetzt waren, da bei längerer Einwirkung desselben die Sporen stets vernichtet wurden. In Tabelle IV beträgt also die Dauer jedes Versuches 5 Minuten.

Während in Tabelle IV A die Gleichmässigkeit auffällt, mit welcher sich bei Wiederholung desselben Versuches auch stets dasselbe Resultat ergab, machen in Tabelle IV B die wenigen Fälle, in denen eine Tödtung der Sporen nicht erzielt wurde, durchaus den Eindruck des Zufälligen, Ausnahmsweisen. Wie das vielleicht zu erklären ist, wurde schon auseinandergesetzt. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass in Tabelle IV A nur halb so viel Versuche verzeichnet sind als in IV B. Trotzdem sind in ersterer doppelt so viel Sporenproben am Leben geblieben als in der zweiten.

Nach diesen Betrachtungen scheint es mir nicht unmöglich, dass wirklich, wie von Walz und auch von Gruber behauptet wurde, in v. Esmarch's Versuchsanordnung die Ursache seiner ungünstigen Resultate zu suchen sei, dass die Anwesenheit von Luft in dem Rohrsystem mit Wahrscheinlichkeit die mangelhafte Desinfection wenigstens theilweise verschuldete.

Tabelle IV.

A. Wagerechte Stellung.			B. Senkrechte Stellung.		
Wie oft wiederholt	Temperatur Grad	Erfolg	Wie oft wiederholt	Temperatur Grad	Erfolg
1	100	todt	2	100	todt
2	110	todt	1	110	„
—	—	—	3	115	„
—	—	—	1	117	gewachsen
2	120	2 gewachsen	2	120	todt
1	125	gewachsen	3	125	„
2	130	todt	—	—	—
—	—	—	2	135	1 gewachsen
2	140	2 gewachsen	5	140	1 gewachsen
—	—	—	1	145	todt
3	150	3 gewachsen	6	150	„

Um diesen Einfluss der Luftbeimengung weiter zu studiren, wurde der Apparat so umgeändert, dass das ganze Röhrensystem direct über dem Glaskolben senkrecht nach oben zu stehen kam. Der Dampf stieg also aus dem Kolben, in dem er entwickelt wurde, direct in die Höhe durch das Eisenrohr und die Glasröhre in die Luft. Um möglichst ungünstige Bedingungen zu schaffen, blieb das Glasrohr stets oben offen. Der Draht, an welchem das Körbchen mit Sporen befestigt war, wurde von oben in die Glasröhre eingehängt. Das untere Ende war nach oben gebogen und über dieses und das Körbchen der Fingerhut gestülpt. Das Thermometer ragte wieder schräg nach oben und blieb immer an seinem Platze.

Tabelle V.

Wie oft wiederholt	Temperatur Grad	Dauer in Minuten	Erfolg
1	100	5	todt
1	113	5	„
2	123	5	„
1	123	10	„
2	135	5	1 gewachsen
1	135	10	todt
3	150	5	„
1	150	10	„

Man hätte annehmen sollen, dass bei der Versuchsanordnung in Tab. V für die Entfernung der Luft die ungünstigsten Bedingungen bestanden hätten. Wie aber das Desinfectionsergebniss zeigt, war dies nicht der Fall; mit

einer einzigen Ausnahme fand stets Vernichtung der Sporen statt, namentlich auch bei solchen Temperaturen, bei denen in Tabelle IV A die Sporen stets am Leben geblieben waren. Eine Erklärung für diese Erscheinung ergiebt sich aus folgenden Beobachtungen. In einer Arbeit über „Sterilisation mittelst des Dampfkochtopfes für bacteriologische Zwecke“[1] weist Dr. L. Heydenreich nach, dass in engen Dampfkochtöpfen die Luft sich oben ansammelt, d. h. vom Dampfe gegen den Deckel des Gefässes gepresst werde. Auch Walz[2] giebt zu, dass namentlich aus engen cylindrischen Gefässen die Luft „wie ein Pfropfen“ herausgetrieben werden könne; dieser Fall lag hier vor.

Bei der v. Esmarch'schen Anordnung des Röhrensystems war die Entfernung der Luft nicht auf diese Weise möglich. Hier fand die stärkste Strömung des Dampfes selbstverständlich im oberen Abschnitte (an der Decke) der Röhren statt, während in dem nach unten stehenden (dem Boden) Abschnitte des Röhrensystems die Luft durch ihre Schwere und durch die schräge Lage des Systems zurückgehalten wurde.

Um nachzuweisen, wie stark die thatsächliche Anwesenheit von Luft im ganzen Röhrensysteme den Desinfectionsprocess beeinflusst, wurde noch eine Reihe von Versuchen angestellt, welche in Tabelle VI mitgetheilt wird. Hier wurde nämlich vermittelst einer Pumpe dem Röhrensysteme durch eine oberhalb des Gasrohres nachträglich noch eingesetzte dünne Glasröhre eine zwar geringe, aber beständige Menge Luft zugeführt. Diese wurde zugleich mit dem Dampfe im Gasrohre überhitzt und gelangte mit demselben vermischt in das Desinfectionsrohr.

Die Versuche wurden mit senkrecht nach unten stehendem Röhrensysteme vorgenommen. Die Desinfectionsobjecte waren wieder kleine Filtrirpapierpackete mit Milzbrandsporen.

Die am Leben gebliebenen Sporen zeigten schon nach 16 Stunden das üppigste Wachsthum. In Versuch 8 und 12 wurde etwas mehr Luft zugelassen, als in den anderen, weil man von vornherein nicht wissen konnte, wie viel Luft genügen würde, um die Desinfection zu verhindern. Dieselben werden hier nur der Vollständigkeit halber mit aufgezählt.

Ohne Zweifel würden sich die Sporen noch beträchlich länger als 10 Minuten in dem Luft-Dampfgemisch lebend erhalten haben, aber die Versuche in Tabelle VI wurden nicht verlängert, weil sie bloss einen Vergleich mit den früher mitgetheilten bieten sollten.

---

[1] *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikrosk. Technik.* Bd. IV.
[2] *Die Desinfectionsapparate f. Städte u. Krankenhäuser u. s. w.* Düsseldorf 1888.

Tabelle VI.

Vers.-Nr.	Temperatur Grad	Dauer in Minuten	Erfolg	Bemerkungen
1	110	10	gewachsen	
2	110	5	„	
3	120	10	„	
4	120	5	„	
5	130	5	„	Vorher durchnässt.
6	130	10	„	
7	130	5	„	
8	142	10	„	Mehr Luft als vorher
9	142	5	verspätet gew.	Vorher durchnässt.
10	142	10	gewachsen	
11	142	5	„	
12	151	10	„	Mehr Luft als vorher.
13	151	5	todt	Luft abgestellt.
14	151	5	gewachsen	Vorher durchnässt.
15	151	5	„	
16	151	10	„	
17	162	5	„	
18	163	10	„	

In Tabelle VI ist auf Versuch 9 aufmerksam zu machen, wo das ganze Packetchen vor dem Einbringen durchnässt worden war. — Die Folge war Verlangsamung der Entwickelung dieser Sporen. In den Versuchen 5 und 14, wo ebenfalls Befeuchtung stattgefunden hatte, war dies weniger deutlich.

Recht beweisend für den Einfluss der Luft ist Versuch 13, wo die Luft vor seinem Beginne abgestellt wurde, also reiner Dampf in Anwendung kam, und die Sporen vernichtet wurden. Da derselbe im Zusammenhange mit den vorher verzeichneten angestellt wurde, so wirkt er direct überzeugend.

Nachdem so nachgewiesen ist, dass auch überhitzter Dampf, wenn man ihn nur ohne Beimengung von Luft auf die Sporen einwirken lässt, besser desinficirt, als heisse Luft, bleibt übrig, durch Wiederholung der Gruber'schen[1] Versuche auch über die Schnelligkeit des Eindringens dieser Dampfart in die Objecte einige Experimente anzustellen.

Gruber benutzte hierzu eine Kammer, wie sie gebildet wird, wenn man zwei Trichter mit geschliffenen Rändern aufeinander stellt. Der Experimentator controlirte in seinen Versuchen lediglich mittelst Signalpyrometer mit einer bei 100° C. schmelzenden Legirung das Eindringen

[1] Ueber die Thursfield'schen Desinfectoren. *Gesundheitsingenieur.* 1888. Nr. 9.

der Hitze in einen kleinen Watteballen von etwa 16 cm Durchmesser. Er hatte so gefunden, dass im Mittel die Pyrometer klingelten:

In gesättigtem, reinen Wasserdampfe nach 8 Minuten
In überhitztem, reinen Wasserdampfe nach 16 Minuten
In trockener, heisser Luft nach . . . . 106 Minuten

Obige Versuche werden direct hinter denjenigen mitgetheilt, welche mit dem alten Thursfield'schen Desinfectionsapparate vorgenommen worden waren. Dieser Apparat arbeitete mit einem Luft-Dampfgemisch und ergab in Bezug auf die Abtödtung der Sporen sehr schlechte Resultate, während das Eindringen der Hitze in die Desinfectionsobjecte ein verhältnissmässig gutes war. Man hätte also erwarten sollen, dass Gruber bei den Versuchen mit dem Trichterapparate ebenfalls Mikroorganismen verwendet hätte, was er jedoch nicht that.

Der von mir benutzte, durch die zwei Trichter gebildete Desinfectionsraum hatte einen Längsdurchmesser von 40 und einen Querdurchmesser von 22 cm. Als Desinfectionsobject diente ebenfalls ein Ballen Watte. Um denselben bei allen Versuchen möglichst gleich gross und gleich dicht zu erhalten, wurde immer eine vor der Benutzung abgewogene Menge Watte von 50 grm in einen Cylinder von Drahtgaze von 15 cm Länge und 8 cm Durchmesser eingestopft. Im Innern befand sich ein kleines Signalpyrometer mit der bei 100° schmelzenden Legirung. Der Dampf wurde in einem Glaskolben erzeugt, trat durch eine Glasröhre in das senkrecht nach unten gerichtete, schon bei Gelegenheit der früheren Versuche benutzte Gasrohr, wurde hier überhitzt und gelangte dann in ein kurzes Glasrohr, an welches ein Kniestück angeschmolzen war, um ein Thermometer aufzunehmen.

War hier eine bestimmte constant bleibende Temperatur (in den sogleich folgenden Versuchen 130° C.) erreicht, so wurde die Verbindung mit dem Trichterraume hergestellt und der Dampf trat in diesen ein.

Die Trichter standen in einem Blechcylinder, in dessen Boden und Deckel je ein kurzer Blechtubus die beiden dünnen Enden der Trichter oben und unten festhielt und hervortreten liess. Unter dem Boden des Blechcylinders befanden sich einige Bunsenbrenner, welche die Luft um den Trichterapparat ebenfalls auf 130° erhitzten, was durch die im Deckel steckenden Thermometer controlirt werden konnte. Erst dann wurde der Dampf zugelassen. Innerhalb der Trichter herrschte in diesem Zeitpunkte, wie ein Thermometer ergab, eine Temperatur zwichen 90 und 110° C. In der Mitte des Watteballens befanden sich ausser dem Klingelthermometer Milzbrandsporen. Der Ballen war durch eine Mütze aus Pergamentpapier vor herabträufelndem Condensationswasser geschützt.

Aus sieben angestellten Versuchen ergab sich vom Augenblick des Dampfeintrittes an bis zum Ertönen der Klingel im Mittel $3^2/_{21}$ Minuten. In vier der Versuche wurde der Apparat sogleich geöffnet, in den drei übrigen strömte der Dampf nach dem Klingeln noch fünf Minuten lang ungehindert ein. In diesen letzten drei Versuchen waren die Sporen todt, unter den vier ersten blieb eine Probe am Leben. Dass die übrigen getödtet wurden, mag daher rühren, dass das Oeffnen des Blechcylinders und das Abstellen des Dampfes mit einigen Schwierigkeiten verbunden war und daher Zeit beanspruchte. Hitze und Dampf konnten also auch nach Beendigung des eigentlichen Versuches noch kurze Zeit auf die Sporen einwirken.

Es wurden nun zum Vergleiche mit demselben Apparate noch einige Versuche mit gesättigtem Dampfe von 100° C. und mit überhitztem Dampfe unter Luftzuleitung angestellt.

In den ersten Versuchen mit gesättigtem Dampfe wurde einfach das Ueberhitzungsrohr ausgeschaltet; das Thermometer zeigte dann stets ungefähr 99° C. In einem Theile der Versuche wurde der Dampf ohne Weiteres in den beschickten Apparat eingelassen, im anderen Theile wurde der Apparat wie oben erst vorgewärmt. Das Zulassen fand statt, wenn im Innern des Blechcylinders 100° und im Trichterraume etwa 85° C. herrschten.

Ohne Vorwärmung wurden vier Versuche angestellt; die Klingel ertönte im Mittel nach $9^3/_4$ Minuten. Nur eine Sporenprobe, welche sofort nach dem Ertönen der Klingel aus dem Apparat entfernt wurde, kam zur Entwickelung, die übrigen, welche noch fünf Minuten lang dem Dampf ausgesetzt wurden, waren todt.

Mit Vorwärmung des Apparates wurden neun Versuche angestellt; die Klingel ertönte im Mittel nach $3^5/_9$ Minuten. Die Sporen zeigten sich, je nachdem sie sogleich entfernt wurden, oder dem Dampfe länger ausgesetzt blieben, noch lebend oder abgestorben. Mit Luftzufuhr in das Ueberhitzungsrohr fanden vier Versuche statt. Die Klingel ertönte nach 18 Minuten. Die Sporen lebten zum Theil noch, nachdem sie dem Dampfe noch weitere fünf Minuten ausgesetzt geblieben waren.

Die Klingel ertönte also nach dem Dampfzulasse:

1. Bei reinem, überhitzten Dampfe von 130° C. nach . . $3^2/_{21}$ Minuten.
2. Bei reinem, gesättigten Dampfe ohne Vorwärmung nach $9^3/_4$ „
3. Bei reinem, gesättigten Dampfe mit Vorwärmung nach $3^5/_9$ „
4. Bei mit Luft vermischtem, überhitzten Dampfe (130°) nach 18 „

Die Desinfectionswirkung war bei Nr. 1 und 3 ziemlich gleich, bei Nr. 4 schlecht.

Durch diese Versuche wird zunächst Gruber's Resultat bestätigt, dass überhitzter Dampf schneller in die Objecte eindringt als gesättigter. Doch wird dieser Unterschied sehr gering, wenn man den Apparat vorwärmt. Der zeitliche Unterschied in der Wirkung des gesättigten Dampfes ist naturgemäss erheblich, je nachdem man den Apparat vorwärmt oder nicht. Dieses in Verbindung mit der geringeren Condensation ist die Veranlassung gewesen, dass ein Theil der gebräuchlichen Desinfectionsapparate Vorrichtungen zum Vorwärmen besitzt, deren erste von H. Merke[1] stammt. Schliesslich ist die geringe Wirksamkeit eines Luft-Dampf-Gemisches auf's Neue dargethan.

Während aller Versuche, in denen eine Luftzufuhr stattfand — auch während der Versuche mit dem v. Esmarch'schen Apparate — war eine Beobachtung zu machen, die Heydenreich in seiner mehrfach citirten Arbeit als Watt's Gesetz bezeichnet. In allen genannten Versuchen fand nämlich eine kaum bemerkbare Condensation des Dampfes statt. Ich kann also nur bestätigen, „dass die Gegenwart von Luft die Condensation des überhitzten Dampfes verhindert."

Wenn wir die oben geschilderten Versuche mit überhitztem Dampfe noch einmal überblicken, so könnte es fast scheinen, als ob diese Dampfart dem gesättigten Dampfe in der Wirkung fast gleich komme, somit für die Desinfectionspraxis zu empfehlen sei. Wir möchten das aber nicht thun, wenigstens nicht in der hohen Temperatur von 130° C. Denn erstens war die von uns benutzte Watte nach dem Desinfectionsprocess stets gelblich verfärbt, hatte also eine Veränderung erfahren. Ferner blieben auch im senkrecht nach unten gerichteten v. Esmarch'schen Apparate in vier Fällen nach einer Desinfectionsdauer von fünf Minuten die Sporen am Leben, was bei der Anwendung gesättigten Dampfes von ungefähr 100° nie der Fall war. Wenn man auch für das Ausbleiben der Desinfection in den genannten vier Fällen Erklärungen geben kann, so bleibt dennoch die Thatsache bestehen, dass gewisse, nicht immer zu beherrschende Zufälligkeiten die Desinfection leicht verhindern. Einer dieser Umstände ist ohne Zweifel die Anwesenheit von Luft, deren Entfernung, wie wir sahen, bei Benutzung des überhitzten Dampfes, weil sie die Condensation verhindert, viel energischer gefordert werden muss, als bei Anwendung gesättigten Dampfes. Diese unumgängliche, aber schwer durchzuführende Forderung ist der dritte Grund gegen die Benutzung des überhitzten Dampfes.

---

[1] Die Desinfectionseinrichtungen im städtischen Barackenlazareth in Moabit. Virchow's *Archiv*. Bd. LXXVII. — Ueber Desinfectionsapparate und Desinfectionsversuche. Eulenburg's *Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin*. Bd. XXXVII.

Schliesslich werde erwähnt, dass Apparate, welche mit überhitztem Dampfe arbeiten, in ihrer Construction umständlicher und somit theurer sein dürften als solche, in denen gesättigter Dampf von 100° C. zur Anwendung kommt.

Müssen wir uns somit gegen eine starke Ueberhitzung des Dampfes aussprechen, so soll damit nicht gesagt sein, dass, jede Ueberhitzung vermieden werden muss. Wir glauben vielmehr, dass gegen eine geringe Ueberhitzung des Dampfes, wenn sie nicht 110° C. überschreitet, wenig einzuwenden ist. So giebt der Schimmel'sche Apparat, der häufig mit einer geringen Ueberhitzung angewendet wird, günstige Resultate.

In dem genannten Apparate herrscht gewöhnlich ein Ueberdruck von $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ Atmosphären, was einer Temperatur von höchstens 102·7° C. entsprechen würde, während man schon Temperaturen bis zu 118° C. beobachtete[1], eine Thatsache, auf welche schon Prof. Wolffhügel[2] aufmerksam gemacht hat.

Einen Punkt in Bezug auf Construction von Apparaten möchte ich noch berühren, auf den zuerst von Walz hingewiesen wurde und zu dessen Berücksichtigung besonders auch die Versuche mit v. Esmarch's Apparaten zwingen. Das ist die Nothwendigkeit, den Dampf von oben in die Desinfectionskammer einzuleiten. Die obigen Versuche sprechen so laut für diese Einrichtung, dass weitere Worte überflüssig erscheinen. Trotzdem unternahm ich es, an der Hand einiger Versuche mit Zahlen die Richtigkeit obiger Behauptung nachzuweisen.

Diese Versuche wurden mit dem Modell eines von Gebrüder Schmidt in Weimar[3] construirten Apparates vorgenommen. Der Dampf für den Apparat wird durch einen gewöhnlichen Kessel erzeugt, der einen nach Dr. V. Budde[4] verfertigten Deckel trägt. Dieser Deckel besitzt einen Dichtungsring und wird durch Schrauben festgehalten; ferner befindet sich darauf ein Sicherheitsventil, ein Wasserstandsanzeiger und ein Trichter zum Nachfüllen des Wassers. Ein Rohr leitet den Dampf durch die Mitte des Deckels von oben her in eine transportable und verschliessbare eiserne Tonne, welche als Ersatz für die bei allen sonstigen Desinfectionseinrichtungen nöthigen und getrennt zu haltenden Füll- und Entleerungsräumlichkeiten dient. Das von mir benutzte Modell einer solchen Tonne war in liberaler Weise von den Verfertigern dem hiesigen hygienischen

[1] Desinfectionsversuche in der ersten öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin. Eulenburg's *Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin.* Bd. XLV. S. 161.

[2] Ueber Desinfection mittelst Hitze. *Gesundheitsingenieur.* 1887.

[3] *Correspondenzblätter d. allgemeinen ärztl. Vereins f. Thüringen.* 1890. Hft. 2.

[4] Neue Constructionen für Dampfdesinfectionsapparate nebst Versuchen über ihre Functionsfähigkeit. *Zeitschrift für Hygiene.* 1889. Bd. VII.

Institut zur Verfügung gestellt und besass eine lichte Weite von 33 cm und eine Höhe von 70 cm.

Wenn man diese Tonne entweder in vorgeschriebener Weise benutzte oder umdrehte, konnte man den Dampf entweder von oben oder von unten einströmen lassen. Als Desinfectionsobject dienten zwei kleine Wolldecken, die stets in ganz gleicher Weise zusammengerollt und — wie auch der Apparat — nach jedem Versuche sorgfältig getrocknet wurden. Um die Versuche ganz gleichartig zu gestalten, wurde der das Innere der Schmidt'schen Tonne auskleidende Filzmantel entfernt, der dazu dient, den Dampf zu trocknen. Das Packet wurde in den Apparat stets gleich weit von der Einströmungsöffnung eingehängt, so dass es von der Wandung der Tonne noch etwa 5 cm auf allen Seiten entfernt war, der Dampf also von allen Seiten heran konnte. Die Klingeldrähte, welche aus dem Packet herausführten, befanden sich auf der der Dampfeinströmungsöffnung entgegengesetzten Seite des Packetes. Ferner wurde jedesmal auf gleichen Wasserstand in dem kleinen Kessel bei Beginn jeden Versuches gesehen. In das Innere der Decken kam ein Signalpyrometer und ein Maximumthermometer, das übrigens nach jedem Versuche zwischen 99 und 100° C. zeigte. Ein Controlversuch, wobei ein Milzbrandsporenpacketchen mit eingewickelt wurde, ergab, nachdem der Dampf nach dem Ertönen der Klingel noch fünf Minuten zugelassen worden war, Vernichtung der Sporen.

Die Versuche zeigten folgendes Resultat: Bei Dampfzulass von oben her ertönte die Klingel in drei Versuchen nach 17, $17^1/_2$, $16^1/_2$ Minuten, also im Mittel in 17 Minuten.

Bei Dampfzulass von unten ertönte die Klingel nach 24, 19, 24 Minuten, also im Mittel nach 22 Minuten 20 Secunden.

Die Desinfection fand also bei Dampfzulass von oben her um mehr als fünf Minuten früher statt als bei Zulass von unten. Wenn man bedenkt, wie klein das Packet verhältnissmässig war — der Durchmesser betrug ca. 25, die Länge 30 cm — so muss man den Unterschied in der Desinfectionsdauer einen ganz bedeutenden nennen. — Wie viel gleichmässiger ausserdem die Desinfection stattfinden muss bei Dampfzulass von oben her, kann man auch aus dem Umstande schliessen, dass man deutlich an der Desinfectionstonne durch das Gefühl das Vorwärtsschreiten des Dampfes controliren kann, die heisse Zone setzt sich gegen die kühle Zone sehr scharf ab. Erst wenn die ganze Tonne sich heissanfühlte, trat der Dampf aus der Oeffnung am Boden heraus. Beim Dampfzulass von unten dagegen trat im Augenblick des Zulasses schon der Dampf zu der jetzt oben liegenden Bodenöffnung heraus. Es ist klar, dass viel Dampf auf diese Weise verloren geht. Hierzu kommt noch, dass im

ersteren Falle der Dampf die Luft Zoll um Zoll nach unten hinausdrängt, während beim Einströmen von unten sich Luft und Dampf mischen müssen, wodurch das Herrschen einer gleichmässigen Temperatur im Apparate verhindert wird. Eine ähnliche Beobachtung über das Fortschreiten des Dampfes beim Einströmen von oben her theilt E. Pfuhl[1] mit, der sie an einem Budenberg'schen Apparate machte.

Ferner ist über eine Anzahl Untersuchungen zu berichten, die ich bei Gelegenheit der Versuche mit dem Trichterapparat anstellte. Die Untersuchungen bezogen sich besonders darauf, ob nicht fettige oder ölige Stoffe dem Dampf schlechter Einlass gewähren, als nicht ölige.

Zu diesen Versuchen wurde ich durch folgende Beobachtung veranlasst, die ich kurz erwähne, obgleich sie, streng genommen, nicht hierher gehört.

Ich legte eine Anzahl Milzbrandseidenfäden zunächst in eine 5procentige Lösung von Phenol in Olivenöl und brachte von Zeit zu Zeit einen solchen Faden in Bouillon. Die letzten aus dieser Lösung genommenen Fäden entwickelten sich noch nach fast 7 Monaten (vom 21. April bis zum 12. November 1889)! Sicher würden sich die Fäden noch viel länger in einer solchen Lösung halten. 10-, 20-, 50 procent. Mischungen von Carbolsäure und Olivenöl hatten denselben Erfolg. In reinem, krystallisirten Phenol, das im Brütofen flüssig gehalten wurde, lebten die Sporen $4^1/_2$ Tag. Man musste nur Sorge tragen, die Fäden, nachdem sie aus der Carbolsäure herausgenommen waren, nicht in Wasser abzuspülen, sondern sie in reines Olivenöl zu legen, hier das noch anhaftende Phenol zu entfernen und sie dann erst in Bouillon zu bringen. Es wurde dabei ähnlich wie oben verfahren, indem die Fäden eine Zeitlang in Uhrschälchen mit reinem Oel stehen blieben.

Ferner wurden Milzbrandsporen in reinem Olivenöl eine Stunde lang auf 100° C. und andere bei 167° C. $1^1/_2$ Minute gehalten, ohne irgend eine Hemmung ihrer Entwickelungsfähigkeit zu zeigen. Die Fortsetzung dieser Versuche würde wohl noch weitere Grenzen für die Lebensfähigkeit der Bacterien ergeben. Mir scheint durch diese Versuche die Ansicht von Dr. S. Lewith[2] gestützt zu werden, der, von der Thatsache ausgehend, dass das Protoplasma, also der lebendige Theil der Zelle, aus Eiweissstoffen aufgebaut sei, welche durch Erhitzen coaguliren und so ihre Lebensfähigkeit verlieren, auf Grund von Schlüssen und einer Anzahl

---

[1] *Deutsche militär-ärztliche Zeitschrift.* 1890. Hft. 2.

[2] Ueber die Ursache der Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen hohe Temperaturen. *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* Bd. XXVI.

eigener und fremder Versuche fand, dass die Coagulation und somit das Absterben des Bacterieneiweisses um so eher vor sich gehe, je wasserreicher dasselbe sei. Die Sporen haben einen geringeren Wassergehalt als die Bacterien und seien darum gegen heissen Dampf und siedendes Wasser widerstandsfähiger. Das Wasser müsse erst die mehr oder weniger starke Sporenhülle durchdringen, um das nunmehr wasserreichere Protoplasma zu coaguliren, d. h. die Sporen zu tödten.

Der schlechte Erfolg dieser Versuche mit Oel veranlasste mich, im Trichterapparat als Desinfectionsobject einmal gewöhnliche und einmal entfettete Watte zu benutzen, und zwar wurden zwei Versuche mit Dampf von 100° und zwei mit überhitztem Dampfe von 125° C. angestellt.

Nur bei den Versuchen mit Dampf von 100° ergab sich ein Unterschied, indem die Klingel im gewöhnlichen Ballen eine halbe Minute später ertönte, als im entfetteten. Auch in einigen wenigen Versuchen mit v. Esmarch's kleinem Apparate, in denen das Sporenpacket vor dem Einführen mit Oel getränkt worden war, blieben die Sporen nach fünf Minuten langer Anwendung von 100, das andere Mal von 130gradigem Dampfe lebensfähig.

Da bei der Kleinheit der Desinfectionsobjecte diesen Versuchen nur geringer Werth beigelegt werden kann, machte ich noch 4 Versuche mit dem oben beschriebenen Apparat der Gebrüder Schmidt. Als Desinfectionsobject wurden dieselben zwei kleinen Wollendecken benutzt, von denen schon oben die Rede war; sie wurden aber dieses Mal mit Rüböl in Berührung gebracht. Dieses geschah so, dass die ausgebreiteten Decken mit einer in Oel getauchten Bürste leicht gebürstet wurden. Auf diese Weise wurden lediglich die Fasern ölig, die Poren der Decken blieben vollkommen offen.

Als die Decken ganz wie in der früheren Weise zusammengerollt und behandelt wurden, ergaben sich folgende Zahlen:

Als Mittelzahl bei Dampfzulass von oben erhielten wir früher 17 Minuten. Bei vier Versuchen mit den geölten Decken ertönte die Klingel 21, $19^1/_2$, 20, $19^1/_2$ Minuten nach dem Dampfzulass, im Mittel also nach 20 Minuten, d. h. 3 Minuten später als vor der Oelung. Dabei fand aber eine Abtödtung der Milzbrandsporen statt, wenn der Dampf noch 5 Minuten nach dem Klingeln zugelassen wurde. Auch gelang es mit einer weiter unten noch näher zu besprechenden Methode nachzuweisen, dass innerhalb der Packete eine ausgiebige Condensation des Dampfes stattgefunden hatte.

Aus obigen Versuchen ergiebt sich für die Desinfectionspraxis die Vorschrift, dass Objecte, die mit öligen Flüssigkeiten in Berührung ge-

kommen sind, wohl zu desinficiren sind, jedoch einer sorgfältigeren und ausgiebigeren Desinfection unterzogen werden müssen, als andere.

Noch sind einige Versuche zu erwähnen, welche in dem kleinen Apparat v. Esmarch's mit gesättigtem Dampfe vorgenommen wurden.

v. Esmarch hatte sich dringend für die Desinfection mit strömendem Wasserdampf ausgesprochen: am Schlusse seiner schon oben besprochenen Arbeit über den strömenden überhitzten Dampf berichtet er über einige Versuche, in welchen er das Ueberhitzungsrohr aus seinem Apparate ausschaltete; er erhielt so gesättigten Dampf von 100° C. Wenn er nun seinen Glaskolben stärker oder schwächer anheizte, erzeugte er auch stärker oder schwächer strömenden Dampf. Im letzteren Falle wurde das Austrittsröhrchen für den Dampf mit einem ganz engen vertauscht.

v. Esmarch fand, dass bei starker Anheizung des Kolbens, also bei stark strömendem Dampfe, Milzbrand um wenige Minuten früher vernichtet wurde als bei schwacher Heizung und dass Gartenerde bei starker Anheizung ausgiebiger desinficirt wurde als bei schwacher. Er empfahl deshalb bei Construction von Desinfectionsapparaten, darauf Gewicht zu legen, dass dieselben möglichst rasch vom Dampfe durchströmt würden.

Walz hatte den principiellen Werth des Strömens abgeleugnet und die Ansicht vorgetragen, dass die grössere Desinfectionskraft des stärker strömenden Dampfes vielmehr auf einen dabei entstehenden Ueberdruck im Desinfectionsraume zurückzuführen sei. Es müsse auch im Koch'schen Dampfkochtopfe und in ähnlichen Apparaten, da in denselben 100° C. erreicht würden, nothwendiger Weise ein geringer Ueberdruck vorhanden sein.

Der letztere Satz ist wohl so zu verstehen, dass Wasser, ausgenommen am Meeresspiegel, bei einer etwas geringeren Temperatur siedet als bei 100° C.; werden aber diese 100° doch erreicht, so beweist das einen im Kochgefäss herrschenden Ueberdruck.

Diese Auffassung erachte ich als richtig: In Jena kocht entsprechend seiner Höhenlage das Wasser bei 99·5°. Klemmt man den Deckel des Koch'schen Dampfkochtopfes durch Einlegen von Zeug fest und steckt durch ein Loch des Korkes, welcher die Oeffnung in der Mitte des Deckels verschliesst, ein Thermometer hindurch, so steigt das Thermometer bald auf 100° und darüber, während Dampf durch die engen Oeffnungen des Deckelverschlusses entweicht. Wird der Deckel wieder lose aufgelegt, so sinkt das Thermometer auf seinen früheren Stand zurück.

In den Versuchen mit dem v. Esmarch'chen Apparate habe ich den Druck durch ein Quecksilbermanometer gemessen.

Bei starker Anheizung des Glaskolbens (6 Bunsenbrenner) zeigte das Thermometer 99·8° C.; wurde das Manometer angebracht, so sank die betreffende Seite des Quecksilbers um $^1/_2$ cm. Bei schwacher Anheizung des Glaskolbens (3 Brenner, klein geschraubt) zeigte das Thermometer ca. 99·4° C. und das Quecksilber blieb ganz ruhig. Der Barometerstand betrug bei diesen Versuchen 740 mm. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass nicht durch Anfügen des Manometers der Ueberdruck erzeugt worden ist, denn die Temperaturen waren vor und nach dem Anfügen dieselben.

Bei stärkerem Anheizen bestand also wirklich ein Ueberdruck, aber ein so kleiner, dass ich ihm nur einen geringen Einfluss auf die Desinfectionswirkung zugestehen möchte. In der That gelang es mir nicht, einen nennenswerthen Einfluss des stärker strömenden Dampfes auf Milzbrandsporen nachzuweisen. Dieselben wurden vielmehr in beiden Fällen schon nach wenigen Minuten vernichtet.

Dagegen zeigten vier Versuche mit Gartenerde ein deutlicheres Resultat. Als ich stark und schwach strömenden Dampf je 30 Minuten und je eine Stunde auf gleich kleine Päckchen Gartenerde einwirken liess und diese in Gelatinerollröhrchen vertheilte, fand sich in dem Röhrchen mit derjenigen Erde, auf welche der stark strömende Dampf eine Stunde eingewirkt hatte, das geringste Wachsthum.

Dass thatsächlich gesättigter Dampf, der unter Druck steht, dabei aber aus dem Desinfectionsapparate abströmt, die schnellste Wirkung besitzt, hat Budde[1] nachgewiesen. Dieser Forscher stellte mit einem Apparate von Geneste-Herscher, der mit starkem Ueberdruck arbeitet, eine Anzahl Versuche an, die zeigten, dass das Eindringen der Wärme viel schneller vor sich ging, wenn der Apparat nicht in der vorgeschriebenen Weise unter Anwendung von ruhendem Dampfe arbeitet, sondern, wenn man den Dampf während der ganzen Dauer der Desinfection aus der Desinfectionskammer — mit Beibehaltung desselben Ueberdruckes — abströmen lässt.

Durch obige Versuche mit Gartenerde im v. Esmarch'schen Apparate ist bewiesen, dass dies Gesetz auch Gültigkeit hat, wenn der Ueberdruck ganz gering ist. — Auch E. Pfuhl beobachtete in seiner oben citirten Arbeit an einem Budenberg'schen Apparate, dass bei Anwendung des Dampfes in strömendem gespanntem Zustande (ca. 0·2 Atmosphären Ueberdruck) das Contactthermometer stets die Klingel einige Minuten früher ertönen liess, als bei Anwendung desselben Ueberdruckes in ruhendem Zustande des Dampfes.

---

[1] *Archiv für Hygiene.* Bd. IX. S. 242. — *Zeitschr. f. Hygiene.* 1889. Bd. VII.

Das veranlassende Moment, welches die bessere Desinfection oder das raschere Eindringen der Wärme in die Objecte bei gespanntem oder strömendem Dampf bedingt, dürfte ein doppeltes sein, zunächst die stärkere Erhöhung der Temperatur und dann die fortwährende Abführung der Luft, welche durchaus nicht auf einmal, sondern, wie wir später zeigen werden, nur sehr allmählich aus den Desinfectionsobjecten herausfällt und ein Hinderniss bildet für die Condensation des Wasserdampfes und damit für die Desinfection. Von einem „Durchströmen" des Dampfes durch die Objecte, wenn letztere eine gewisse Grösse haben, ist selbstverständlich so lange keine Rede, als noch ein freier Raum neben dem Objecte bleibt.

Ein Versuch werde hier angeschlossen, welcher, mit dem Schmidt'schen Apparate ausgeführt, das Eindringen des Dampfes in fest verschlossene Packete zeigen sollte. v. Esmarch hat schon bei Gelegenheti der Prüfung eines Desinfectors von Henneberg[1] einen ähnlichen Versuch angestellt:

Ein Stück Watte wurde so fest als möglich zusammengepresst und in starkes Pergamentpapier eingeschnürt, so dass das Ganze einen runden harten Ballen von 75 cm Umfang bildete. Dieser Ballen wurde in den Apparat, der nach Art des Koch'schen Dampfkochtopfes construirt ist, eingebracht. 10 Minuten nach Schluss des Apparates ertönte das elektrische Läutewerk. Nachdem der Dampf noch 10 Minuten zugelassen worden war, wurde der Versuch beendet. Die Watte war vollkommen trocken und die Sporen sterilisirt. Durch diesen Versuch sollte bewiesen werden, „dass auch an Stellen, wo der Dampf nicht direct hingelangen kann, in kleineren Objecten eine Temperatur von 100° bald eintritt, durch die auch Milzbrandsporen in kürzerer Zeit vernichtet werden."

Ich wiederholte diesen Versuch im Schmidt'schen Apparat, indem ich den Dampf von oben einströmen liess.

Mein Watteballen besass 46 cm Umfang und 30 cm Länge. Die Watte wurde vor und nach dem Desinfectionsprocess gewogen und hatte vorher ein Gewicht von 280 g und nachher von 295 g. Ausserdem konnte ich wiederum in der gleich zu besprechenden Weise die Condensation des Dampfes im Innern des Packets nachweisen. Der Dampf dringt also auch bei solcher Versuchsanordnung in die Objecte ein. Dass übrigens nicht etwa eine schlechte Verpackung meines Packetes den Befund ergab, ist daraus zu ersehen, dass in meinem Versuche die Klingel noch 3 Minuten später, also erst nach 13 Minuten ertönte, obgleich mein Packet soviel kleiner war als das v. Esmarch'sche.

[1] *Zeitschrift für Hygiene.* 1887. Bd. II.

Welchen bedeutenden Einfluss die Gegenwart von Luft auf den Desinfectionsprocess ausübt, ist bekannt und in einem Theil der vorstehenden Versuche erneut bewiesen; andererseits aber hängt das Zustandekommen der Desinfection nicht bloss von der Entfernung der Luft ab, es spielt vielmehr bei diesem Vorgang auch die Condensation des Wasserdampfes eine wesentliche Rolle. Bevor ich einige Versuche hierüber mittheile, möchte ich die Ansicht eines Forschers vorführen, welche unhaltbar ist.

Prof. J. Soyka[1] spricht sich zunächst ähnlich wie schon früher erwähnte Forscher dahin aus, dass bei der Condensation des Wasserdampfes an und in den Objecten die beim Uebergange des Wassers in Dampf gebundene Wärme (ca. 537 Calorien bei Dampf von 100° C.) wieder frei werde, durch die Condensation also die Wärmewirkung des Dampfes gesteigert werde. Das condensirte Wasser trage ferner zur Erhöhung des Desinfectionseffectes bei durch Erweichung der Hüllen der Mikroorganismen und dadurch, dass die Wärmeleitungsfähigkeit der Gewebe eine bessere werde.

So weit können wir Soyka beistimmen, ferner erwähnt aber Soyka die Wärmeleitungsfähigkeit des Dampfes, welche den Desinfectionsprocess unterstütze. Es sei ihm zwar bis jetzt noch nicht gelungen, experimentelle Resultate über diese Eigenschaft des Wasserdampfes zu erhalten; doch könne man auf Grund der Erfahrung und der mechanischen Wärmetheorie zu einem Urtheile hierüber gelangen, wenn man die absolute Wärmeleitung der athmosphärischen Luft mit der der beiden Elemente vergleiche, aus welchen der Wasserdampf bestehe. Die absolute Wärmeleitungsfähigkeit wurde ausgedrückt in jener Menge Wärme, welche durch eine ebene Platte von 1 mm Dicke, deren beide Seiten eine um 1° C. verschiedene Temperatur haben, in einer Secunde hindurchgehe. Sie betrage für Luft nach Landolt und Bernstein 0·00484—0·00513, für Wasserstoff 0·0319, für Sauerstoff 0·00563. Nehme man das Wärmeleitungsvermögen der Luft als Einheit an, so sei daher mit Rücksicht auf den angegebenen Zahlenwerth das Leitungsvermögen des Wasserstoffes 7·2, das des Sauerstoffes 1·02. Daraus lasse sich wohl der Schluss ziehen, dass die Leitungsfähigkeit des Wasserdampfes grösser sei als die der Luft.

Dieser Schluss ist nicht richtig. Das Wärmeleitungsvermögen des Wasserdampfes wurde festgestellt durch Prof. A. Winkelmann.[2] Nach seiner Angabe ist, wenn man die Wärmeleitungsfähigkeit der Luft bei 0° und einer Atmospäre Druck = 1 setzt diejenige des Wasserdampfes unter

[1] Zur Theorie und Praxis der Desinfection. *Medicinische Wandervorträge.* 1889. Heft 5.

[2] Poggendorf's *Annalen der Physik und Chemie.* Bd. CLIX. S. 177.

denselben Bedingungen = 0·73. Bei 100° beträgt die Leitungsfähigkeit der Luft 18 Procent mehr. Setzt man dieselbe bei dem Druck einer Atmosphäre = 1, so erhält man für das Leitungsvermögen des Dampfes unter denselben Bedingungen 0·82. Wasserdampf leitet also die Wärme schlechter als Luft. Seine Desinfectionskraft ist also nicht aus diesem Grunde besser als die der Luft.

Um das Eindringen des Dampfes in die Desinfectionsobjecte und seine Condensation in denselben direct verfolgen zu können, benutzte ich Papierstreifen, welche bei Anfeuchtung sich verfärben. Die Herstellung dieser Streifen geschah so, dass Filtrirpapier in eine Lösung von Eisenvitriol getaucht, getrocknet und kurz vor dem Gebrauche mit Tanninpulver eingerieben wurde. Bei eintretender Befeuchtung, z. B. also bei Condensation von Wasserdampf, bildeten Tannin und Eisen gerbsaures Eisen und somit schwarzblaue Färbung der Streifen, welche je nach starker oder minder starker Condensation des Dampfes alle Nüancen durchmachte.

Wenn nun in ein Desinfectionspacket Streifen von diesem „Reagenspapier" mit eingewickelt wurden und man das Packet in den Apparat brachte, so konnte man nach der Herausnahme an der Verfärbung des Papieres genau nachweisen, bis wohin die Condensation des Dampfes stattgefunden hatte.[1]

Die Versuche wurden in einem Apparat von Schimmel angestellt, welcher sich in den hiesigen Landesheilanstalten befindet und dessen Benutzung von der Direction in dankenswerther Weise gestattet wurde.

Zunächst handelte es sich darum, festzustellen, wann ungefähr die Condensation des Dampfes in den Desinfectionsobjecten beginnt. Es wurden daher zwei Versuche in der Weise angestellt, dass ein Packet aus einer gerollten Wolldecke bestehend, in dessen Mitte, der Längsaxe entsprechend, ein Streifen Reagenspapier neben einem Maximumthermometer und, von der Mitte ausgehend, in gewissen Abständen weitere Streifen eingelegt waren, in den Apparat gebracht wurde.

---

[1] Ein halbes Jahr, nachdem obige Arbeit niedergeschrieben war, erhielt ich einen Aufsatz von Dr. Frosch und Ingenieur Clarenbach, „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes im Desinfectionsapparate", *Zeitschr. f. Hygiene*, 1890, Hft. 1, in welchem einige Versuche in ähnlicher Weise angestellt sind, wie die von mir beschriebenen, welche von der Zuleitung des Dampfes von oben und unten in den Apparat handeln und weiterhin diejenigen, welche eine graphische Darstellung von dem Fortschreiten des Condensationsprocesses im Innern der Objecte geben. Die Versuchsanordnung und Ausführung in beiden Arbeiten beweisen schon bei oberflächlicher Vergleichung die Unabhängigkeit beider Arbeiten von einander. — Die schwarzen Tupfen auf den hellen Stellen der Zeichnungen sind erzeugt durch Berühren des Papiers mit angefeuchtetem Finger behufs Controle der Brauchbarkeit des Papiers.

Als das auf dem Apparat befindliche Thermometer 100° zeigte, wurden die Packete herausgenommen und aufgerollt. In beiden Versuchen war das Papier vollkommen dunkel gefärbt, die Maximalthermometer zeigten 100° C. Diese Beobachtung legte den Verdacht nahe, dass die Temperatur im Apparate früher auf 100° steige, als das oben auf demselben befindliche Thermometer angiebt. Deshalb wurde ein dritter Versuch unternommen, in welchem das Packet genau wie früher hergestellt und beschickt wurde, nur dass auf der Aussenseite desselben ein Contactthermometer angebracht war. Als das Läutewerk ertönte, wurde das Packet herausgenommen; das Thermometer auf dem Apparate zeigte in diesem Augenblick nur 92°. Beim Oeffnen waren die mehr nach der Peripherie gelegenen Streifen dunkel gefärbt, der mittelste zeigte aber nur an seinen beiden Enden Färbung, während die Mitte desselben fast ganz hell geblieben war. Dabei ist zugleich zu bemerken, dass derjenige Rand des Streifens, welcher dem unteren Theile der senkrecht in den Apparat gestellten Rolle entspricht, beträchtlich schmäler verfärbt ist. Dieselbe Beobachtung konnte noch mehrere Male gemacht werden (Taf. III, Fig. 1).

Die Erscheinung ist so zu erklären, dass der von unten ankommende Dampf auf demselben Wege eindringen musste, auf dem die Luft aus dem Packet austrat. Eindringen und Condensation des Dampfes musste also im unteren Theile der Rolle langsamer vor sich gehen als im oberen. Das Thermometer, dessen Quecksilberkugel der Mitte des Streifens anlag, und dessen oberer Theil ein kurzes Stück in die obere verfärbte Zone hineinragte, hatte die unterste Grenze der Scala — 60° — noch nicht erreicht; die Quecksilberkugel fühlte sich kühl an, während der obere Theil heiss war.

Der Anblick des Streifens aus diesem Versuche erlaubte mehrere Schlüsse.

Erstlich scheint die Theorie, wie sie namentlich Sambuc[1] ausgeführt hat, bestätigt zu werden, dass eine Art von Condensationswelle von der Peripherie nach dem Mittelpunkte der Desinfectionsobjecte vorwärts schreite. Die Grenze dieser Welle oder Zone ist eine recht scharfe. Dabei zeigte aber der Raum zwischen beiden Zonen, wie das auch bei vielen anderen Versuchen deutlich wurde, ebenfalls eine ganz leise, als feine nebelartige Streifen sichtbare Verfärbung, welche stets in der Richtung der Bahnen lief, welche beim Einreiben des Papieres mit Tanninpulver mittelst Wattebäuschchens stärker mit dem Pulver bedeckt worden waren.

[1] Desinfection par la vapeur. *Revue d'hygiène.* 1885.

Man muss also annehmen, dass das Vordringen des Dampfes nicht in ganz stetiger Weise stattfindet, sondern dass gewissermassen Vorläufer von ganz kleinen Dampfmengen vorausgeschickt werden, die vielleicht in den beim Wickeln des Packetes entstandenen Rinnen und Spalten entlang gehen und hier die Entfernung der Luft vorbereiten. Doch genügen diese geringen Dampfmengen keineswegs, um die zur Desinfection nöthige Condensation und Wärme hervorzubringen.

Für das Bestehen einer scharf begrenzten Condensationszone spricht eine ganze Reihe gleicher Versuche; bei einem kam ein grösseres Packet aus mehreren Decken zur Verwendung. Hier wurden ebenfalls eine Anzahl Papierstreifen und nahe der Peripherie der Rolle ein Contactthermometer eingewickelt. Nach dem Ertönen der Klingel wurde der Versuch unterbrochen; die Streifen waren bis zum Thermometer hin vollständig und von da an in der Weise verfärbt, dass die in ihrer Mitte hell gebliebene Stelle nach dem Centrum der Rolle hin immer breiter wurde. Das an dieser Stelle befindliche Maximalthermometer hatte die untere Grenze der Scala, 60° C., noch nicht erreicht!

Ferner scheint mir in dem Umstande, dass der nach unten gelegene Theil des Streifens eine schmalere Condensationszone aufweist als der obere, ein Beweis für die Annahme zu liegen, dass die Luft sich hauptsächlich nach unten aus den Objecten entfernt.

Schliesslich ist nachgewiesen, dass nur da die Hitze wirklich eingedrungen ist, wo Condensation stattgefunden hat.

Ich bemerke, dass jedes Mal controlirt wurde, ob die unverfärbt gebliebenen Stellen auf den Papierstreifen nicht etwa davon herrührten, dass das Papier an dieser Stelle reactionsunfähig geworden war. Durch geringes Befeuchten der betreffenden Stellen konnte die Güte des Materials jedes Mal constatirt werden.

Die Thatsache, dass nur da die Hitze wirklich eindringt, wo Condensation stattfindet, wird noch besser durch folgende Versuche illustrirt.

Ein grosses Packet wurde in der gewöhnlichen Weise beschickt und in den Apparat gebracht. In der Mitte desselben befand sich ein Maximum- und daneben ein Klingelthermometer. Als die Klingel ertönte, wurde der Dampf abgestellt und der Versuch unterbrochen. Sämmtliche Streifen waren verfärbt und nur der mittelste (Taf. III, Fig. 2) zeigte eine dem Mittelpunkte der Rolle entsprechende hell gebliebene Stelle. Das Maximumthermometer zeigte wiederum noch nicht 60° — die unterste Stelle der Scala — und seine Kugel war kühl, während seine Röhre fast bis zur Kugel heiss anzufühlen war. Hierbei ist zu erwähnen, dass das Maximum- und das Klingelthermometer nicht unmittelbar neben

einander lagen; um sie gegen Druck zu schützen, befand sich zwischen beiden eine Windung der Decke.

Es muss also angenommen werden, dass in diesem Versuche der Dampf bis zum Klingelthermometer vorgedrungen war, aber das andere noch nicht erreicht hatte. Eine nur geringe Verlängerung des Versuches würde wohl eine vollständige Verfärbung des Papiers und eine entsprechend höhere Temperatur zur Folge gehabt haben.

Ein anderer Versuch zeigt noch eine andere interessante Erscheinung.

Es wurde ganz wie bisher eine Rolle hergestellt, nur mit dem Unterschiede, dass das diesmal verwendete Maximumthermometer, weil es sehr lang war, um das Zerbrechen zu verhüten, an einem Holzstabe befestigt war und beide oben etwas aus dem Packete herausragten. Das Klingelthermometer wurde etwas vom Mittelpunkte entfernt mehr nach der Peripherie zu eingelegt.

Nach dem Klingeln wurde der Versuch unterbrochen, und der mittelste Streifen zeigte Folgendes (Taf. III, Fig. 3): Zunächst ist wieder in der Mitte eine Stelle hell geblieben; die untere gefärbte Zone ist schmäler als die obere. Ferner sieht man an der einen Seite eine breite dunkel gefärbte Stelle. Es ist deutlich zu erkennen, dass hier Wasser herunter gelaufen ist. An dieser Stelle lag die Quecksilberkugel des Maximalthermometers, welches 91° anzeigte.

In diesem Versuche war der Dampf noch nicht in das Centrum gedrungen. Die verhältnissmässig hohe Temperatur, welche trotzdem hier erreicht wurde, ist so zu erklären, dass an dem mit dem Thermometer aus dem Packete hervorragendem Holzstabe Condensationswasser herabgeflossen ist, welches nicht mehr 100° C., aber doch eine verhältnissmässig hohe Temperatur besass. Hieraus ist zu schliessen, dass nur da 100° C. erreicht werden können, wo der Dampf selbst eindringt und sich condensirt.

Dies ist natürlich nur in gewissem Sinne richtig. Denn auch in Desinfectionaspparate kann man trockene Luft und nach und nach die Objecte auf 100° C. erhitzen, aber diese Hitze wirkt nicht desinficirend.

Diese Thatsachen werden durch folgende Versuche verdeutlicht.

Ich wiederholte die Experimente von Heydenreich, Walz und v. Esmarch, durch welche nachgewiesen werden sollte, dass die Luft aus den Objecten nach unten entweichen müsse. Als die Genannten Deckenpackete in Blechgefässe einbrachten und letztere mit dem Boden nach unten in dem Desinfectionsraum aufstellten, fanden sie, dass die Temperatur sehr viel langsamer in diese Objecte eindrang als in gleich grosse frei im Desinfectionsraume aufgehängte Rollen.

Zu ähnlichen Versuchen benutzte ich zwei Blechgefässe von 35 cm lichter Weite und 50 cm Höhe. Der erste Versuch beschränkte sich darauf, die Ergebnisse der genannten Forscher zu wiederholen. Ich wickelte also drei gleich grosse Deckenrollen und versah sie mit Reagenspapier und Klingelthermometern. Von diesen drei Rollen wurde die erste (I) frei aufgehängt, die beiden anderen je in eins der Gefässe gebracht und diese so aufgehängt, dass der Boden des einen (II) nach oben, der des anderen (III) nach unten gerichtet war. Von dem Zeitpunkte an gerechnet, wo das Thermometer auf dem Apparate 100° C. zeigte, ertönte die Klingel aus Packet I nach drei Minuten, aus II nach 13 Minuten, aus III nach einer Stunde noch nicht. Der Apparat wurde geöffnet und es zeigte sich, dass die Temperatur in Packet III wirklich noch nicht 100° C. erreicht hatte. In Rolle I und II war das Papier vollkommen geschwärzt, in Rolle III nur der oberste Theil desselben, während der untere fast ganz hell geblieben war. Dass die Temperatur in Nr. II später anstieg als in Nr. I ist wieder daraus zu erklären, dass dort Dampf und Luft sich entgegenwirkten.

Recht deutlich zeigt sich an den folgenden Versuchen, wie schwer die Luft entweichen kann, wenn man das Gefäss mit dem Boden nach unten anbringt. Zugleich ergiebt sich, dass unter gewissen Umständen in Apparaten, die sonst ziemlich sicher arbeiten, wie der Schimmel'sche, doch die Desinfection an einer Stelle ausbleiben kann, selbst wenn daselbst die Temperatur 100° C. erreicht.

Ich befestigte in der Längsaxe des einen Blechgefässes einen Stab, so dass er ein Stück aus demselben hervorragte. An diesem Stabe wurden mehrere Thermometer in kurzen Abständen und ebenso ein Streifen Reagenspapier, der von der Oeffnung bis zum Boden reichte, befestigt. Ungefähr in der Mitte der Höhe des Gefässes wurde ein Klingelthermometer angebracht, welches auf 99° C. eingestellt war. Das so beschickte Gefäss wurde in den Apparat gestellt, der Dampf eingelassen und beim Ertönen der Klingel der Versuch abgebrochen. Die Thermometer zeigten der Reihe nach von oben nach unten in vier Versuchen:

I. 99·5° — 99° — 92° — 81·5° — 82°.
II. 101° — 95° — 82° — 82° — 82° — 84° — 102°.
III. 102° — 101° — 99° — 96.5° — 102°.
IV. 100° — 99° — 81° — 74° — 94°.

Auffallend ist in diesen Temperaturangaben, dass dieselben nach unten zu erst ab-, dann wieder zunehmen, ja einmal (II) sogar die unterste höher ist als die oberste. Diese Erscheinung ist auf den Umstand zurück-

zuführen, dass der Boden des Blechgefässes mit dem von unten einströmenden Dampf zuerst in Berührung kam; seine Hitze theilte sich dem Blechgefäss und der Luft mit, und diese in Verbindung mit der Ausstrahlung trieb das Quecksilber der Thermometer in die Höhe.

Ich suchte die starke Erwärmung des Blechs zu verhindern, indem ich unter den Blechcylinder ein flaches Kupfergefäss in der Weise stellte, dass zwischen letzterem und dem Cylinder sich eine Luftschicht befand. Diese Vorsichtsmassregel hatte keinen Erfolg, da einerseits das Kupfergefäss schnell erhitzt, andererseits die Luftschicht durch den Dampf verdrängt wurde.

Dass die angegebene Erklärung der Erscheinung richtig ist, beweist das Verhalten des Reagenspapieres und ein Sporenversuch. Das Papier (Taf. III, Figg. 4, 5, 6) zeigt von oben bis gegen die Stelle, wo sich das Klingelthermometer befand, vollkommen Dunkelfärbung; von da nach unten zu nimmt dieselbe immer mehr ab und ist unten ganz hell, trotzdem die Temperatur bis zu 102° C. betrug. Am meisten geschwärzt, wenn auch nicht bis unten hin, ist das Papier eines Versuches, bei welchem die Temperatur am Boden 102° betrug, und in welchem auf dem Boden des Gefässes ein Packet mit Milzbrandsporen gelegen hatte (Taf. III, Fig. 6). Hier war der Dampf nach dem Ertönen der Klingel noch fünf Minuten zugelassen worden. Trotzdem entwickelten sich die Sporen am anderen Tage üppig.

Eine andere Reihe von Versuchen hatte den Zweck, in Erfahrung zu bringen, ob Kochsalzlösungen als Siedeflüssigkeiten für die Desinfectionspraxis geeignet seien. Eine solche Lösung war zuerst von Koch angewendet worden. Als Koch seine bekannten Versuche über die Desinfectionskraft des Wasserdampfes anstellte, auf welchen dieser ganze Zweig unserer heutigen Desinfectionsmethode beruht, diente ihm als einfacher Apparat der durch Aufsätze vergrösserte Dampfkochtopf. Da der Apparat aber in seiner primitiven Form wegen seiner Undichte bloss Temperaturen bis zu 98° erreichte, wurde statt des Wassers eine Salzlösung als Siedeflüssigkeit benutzt, deren Siedepunkt höher liegt als der des Wassers. Koch erhielt dementsprechend mit einer 25 procentigen Lösung oben im Apparat 102° C. und unten ungefähr 7·0 cm über dem Spiegel der siedenden Lösung 105·2° C., in einer Rolle Packleinwand bis zu 101.5° C. Der Dampf hatte im Ganzen drei Stunden lang eingewirkt.

Auf Grund dieses Versuches wurden einige Apparate construirt, welche beständig mit einer Kochsalzlösung arbeiten.

---

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 322.

Besonders war es Prof. Dobroslavine,[1] welcher mit seiner „étuve selhydrique", die als Siedeflüssigkeit eine concentrirte Kochsalzlösung führt, eine grössere Anzahl Versuche anstellte und daraufhin diese Methode warm empfahl. Er erhielt in seinem Apparate, der im Wesentlichen dem Koch'schen Dampfkochtopf nachgebildet ist, Temperaturen bis zu 107° C. und im Mittelpunkte einer Teppichrolle von 20 bis 40 Touren nach zwei Stunden 104° und nach vier Stunden 106° C.

Schliesslich sind noch einige wenige Versuche von Budde[2] mit einer Kochsalzlösung zu erwähnen, die aber keinen Unterschied mit solchen ergaben, welche mit reinem Wasser angestellt wurden.

Salzlösungen sieden bekanntlich bei höheren Temperaturen als reines Wasser. Nach Angaben von Magnus[3] besitzen die Dämpfe solcher Lösungen die Temperatur der siedenden Lösungen selbst. Eine concentrirte Kochsalzlösung z. B. sollte bei 109° sieden. Bei Benutzung ihres Dampfes hätte man also ein einfaches Mittel, die Desinfectionswirkung durch gesättigten Dampf von höherer Wärme als 100° C. zu verstärken, ohne durch complicirte Apparate eine Spannung im Desinfectionsraume herstellen zu müssen.

Ich benutzte eine concentrirte Kochsalzlösung, welche nach mehreren Bestimmungen bei ungefähr 109° C. siedete. Wenn man aber ein Thermometer ohne Weiteres den Dämpfen dieser Lösung aussetzte, so erhielt man diese Temperatur nicht. Da nämlich der Dampf kein Salz enthält, so kann sein Condensationswasser, welches sich am Thermometer niederschlägt, auch nur 100° besitzen, also das Thermometer auch nur 100° angeben. Anders verhält es sich aber, wenn man nach der Vorschrift von Magnus das Thermometer, bevor es in den Dampf gehalten wird, auf mehr als 109° erwärmt. Hierbei muss man allerdings die Vorsicht beobachten, die ganze Strecke des Instrumentes, welche dem Dampfe ausgesetzt werden soll, zu erwärmen, nicht bloss die Kugel. Eine Condensation des Dampfes kann unter diesen Umständen nicht stattfinden, und das Thermometer zeigt thatsächlich mehr als 100°. So gab ein vorgewärmtes Thermometer im Dampfe einer concentrirten Kochsalzlösung, welche in einem grossen Glaskolben kochte, wiederholt 102·5° C. an und, nachdem der Hals des Kolbens und somit der Dampf durch Umhüllung vor Abkühlung geschützt war, bis zu 104·5° C.

Wenn das Thermometer von der siedenden Lösung bespritzt wird, so erhält man selbstverständlich die Temperatur der siedenden Lösung und nicht diejenige des Dampfes.

[1] *Revue d'hygiène.* 1886. p. 487.

[2] *Zeitschrift für Hygiene.* 1889. Bd. VII.

[3] Poggendorf's *Annalen.* Bd. CXII.

Hiernach muss man von vornherein annehmen, dass Dämpfe aus Salzlösungen für die Desinfectionspraxis keinen Werth haben, denn ein auf 109° C. vorgewärmtes Desinfectionsobject dürfte kaum vorkommen. Da aber trotzdem von den vorhin erwähnten Autoren höhere Temperaturen als 100° C. erhalten wurden, stellte ich auch einige praktische Versuche an. Hierzu wurde der Koch'sche Dampfkochtopf benutzt, dessen Kessel die concentrirte Kochsalzlösung aufnahm. Auf dem über dem Wasserspiegel ruhenden Roste lag eine Schicht Watte und darüber Drahtgaze, um den Einfluss der Strahlung und das Spritzen der Lösung zu vermeiden. Als Packet wurde ein Kleiderbündel benutzt, fest zusammengewickelt und verschnürt. In der Mehrzahl der Versuche wurden 5 Maximumthermometer auf folgende Weise vertheilt. In der Mitte des Packetes befand sich das erste Thermometer neben Milzbrandfäden, mehr nach der Peripherie des Bündels ein zweites, am Boden des Topfes und an der obersten Stelle des Packetes zwei weitere Thermometer. Schliesslich wurde noch ein grosses Normalmaximumthermometer über das Bündel gelehnt. Im Deckel des Kochtopfes stak ein gewöhnliches Thermometer. Die benutzten Instrumente waren in ganze Grade eingetheilt, die angegebenen Bruchtheile sind daher nur geschätzt. Eine grössere Abweichung zeigte bei der Prüfung nur Thermometer Nr. III, welches gegen $^1/_2$° zu hoch angab; der Fehler ist in den folgenden Temperaturangaben verbessert. Die geringen Abweichungen der übrigen wurden nicht berücksichtigt. Im Folgenden bedeutet Thermometer I das ganz oben im Packet angebrachte, Thermometer II das über dem Spiegel der Flüssigkeit auf der Watteschicht liegende, Thermometer III das in der Peripherie, Thermometer IV das in der Mitte des Bündels eingewickelte, Thermometer V endlich das grosse Normalthermometer.

Die Versuche wurden theils so ausgeführt, dass der Apparat erst nach Einbringen des Objects angeheizt wurde, theils so, dass man das Packet in den Dampf der schon kochenden Lösung einbrachte. In den Versuchen 2, 4, 5, 6, 7, 12 geschah das Erstere, in 8, 10, 11, 13, 14 das Letztere und in den Versuchen 1, 3, 9 war die Lösung beim Einbringen schon etwas vorgewärmt. Die Zeit, wie lange das Bündel dem dem Dampfe ausgesetzt war, ist in der letzten Horizontalreihe der folgenden Tabelle angegeben. Die Zeit ist stets von da an gerechnet, wo die Lösung kochte, d. h. wo das Deckelthermometer dem jeweiligen Barometerstande entsprechend 99·5° C. zeigte.

Die Milzbrandsporen waren in allen Fällen vernichtet, während sie in den Controlröhrchen stets eine lebhafte Entwickelung zeigten.

Ein Blick auf die nachstehende Tab. VII zeigt, dass in einer Anzahl der Versuche die Temperatur von 100° C. überschritten wurde, besonders

in Versuch 12. Aber diese Ergebnisse sind auf andere Ursachen zurückzuführen als die hohe Temperatur der Lösung.

Die in 15 Versuchen enthaltenen Temperaturen sind der Reihe nach folgende:

Tabelle VII.

Versuchs-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Thermometer I	101	99	102·5	99	100	100	100·5	99
„ II	100	—	102	99	99	98	100	99·5
„ III	—	—	99	99·5	99·5	—	100	99·5
„ IV	—	99·5	99	99	98	—	99	99·5
„ V	—	—	99·5	99·5	99	99·5	100·5	100
Dauer in Minuten	100	120	90	90	60	45	75	15

Versuchs-Nummer	9	10	11	12	13	14	15
Thermometer I	99·5	101	101·5	99·5	100	98·5	99
„ II	99	102	102	106	102	101	99
„ III	99·3	101	100	106	101·5	101	99
„ VI	—	100	99·5	106	100	99·5	99
„ V	100	100	101·5	100	101·5	99·5	99·5
Dauer in Minuten	45	60	60	60	60	60	60

Die Temperaturen der Versuche 1 bis 12 zeigen eine wenn auch nicht gleichmässige Zunahme. Dies liegt daran, dass im Laufe der Zeit das Bündel sich mit der Kochsalzlösung nach und nach vollgesogen hatte. Die über dem Spiegel der kochenden Flüssigkeit liegende Watteschicht wurde durch das Spritzen von unten her durchnässt und das auf derselben befindliche Packet konnte also das Salzwasser nach und nach ansaugen. Nach dem Versuche 12, in dem die höchste Temperatur (106 ° C.) erreicht wurde, war denn auch der Stoff des Bündels nach dem Trocknen mit den feinsten Salzkrystallen inkrustirt. Die Thermometer zeigten also nicht die Temperatur des Dampfes, sondern die der Lösung.

Man muss sich hierbei an die Thatsache erinnern, das Wasserdampf von 100 °, in eine Kochsalzlösung geleitet, diese zum Kochen bringt, obgleich doch ihr Siedepunkt höher liegt als der des Wassers. Der aus meiner Lösung entwickelte Dampf löste also die bei früheren Versuchen in dem Stoffe deponirten Salzkrystalle durch sein Condensationswasser und brachte dann die Lösung, wenn nicht zum Sieden, so doch auf eine ihrem Siedepunkte nahe Temperatur (bis zu 106 °).

Mit dieser Ansicht stehen in vollkommenem Einklange die Temperaturen des Thermometer II, d. h. desjenigen Thermometers, welches zu unterst, der siedenden Lösung am nächsten, lag und somit der Gefahr einer unmittelbaren Benetzung am meisten ausgesetzt war. Dasselbe zeigte nämlich öfter als alle anderen Thermometer mehrere Grade über 100. Thermometer I, welches von der Lösung am weitesten entfernt lag, zeigt auch einige Male über 100°. Das kann durch zufällige Benetzung des Instrumentes mit Salzlösung erklärt werden, was um so leichter möglich war, als sämmtliche Thermometer stets bei einander lagen und zusammen aufbewahrt wurden. Budde's Ansicht, dass das Condensationswasser des gewöhnlichen Wasserdampfes unter Umständen höhere Temperaturen besitze als 100° C., ist doch kaum zulässig, da sie der physikalischen Begründung entbehrt.

Um zu sehen, ob die oben ausgesprochene Erklärung über das Zustandekommen der hohen Temperaturen richtig sei, wurden noch Versuch 13 und 14 angestellt, in denen dieselben Kleiderstoffe benutzt wurden, aber erst, nachdem sie eine Nacht in Wasser ausgelaugt und dann wieder getrocknet worden waren. Die höchst erreichte Temperatur war jetzt zwar nur 101·5°, aber immerhin über 100° C. Dass in Versuch 13 das Thermometer II 102° zeigte, erklärt sich von selbst, da es nach dem Herausnehmen deutlich mit einer schwachen Salzkruste überzogen war.

In Versuch 15 wurde dann ein möglichst gleich grosses Bündel aus Packleinwand verwendet, da das einmalige Auslaugen nicht alles Salz aus dem früher verwendeten Bündel entfernt hatte. Ausserdem wurde die Watteschicht über dem Spiegel des Salzwassers erneuert und besonders sorgfältig ausgebreitet.

Wie die Tabelle zeigt, war obige Annahme berechtigt, denn die höchste erreichte Temperatur betrug jetzt 99·5° C.

Die Ergebnisse der angeführten Versuche stehen also im Widerspruche mit den früher berichteten. Möglicherweise sind die von den genannten Forschern erlangten hohen Temperaturen auf dieselbe Weise zu Stande gekommen, wie die von mir namentlich in Versuch 12 beobachteten. Auch ist es denkbar, dass Jene die directe Strahlung von der Lösung und die Leitung durch den Apparat selbst, welche bei der langen Dauer der Versuche sicher ihren Einfluss ausübten, nicht voll berücksichtigt haben.

Vielleicht könnte man die Temperatur über 100° C., welche schon öfters bei Desinfectionsversuchen — so namentlich von Budde — mit ungespanntem Dampfe aus kochendem Wasser beobachtet worden ist, überhaupt aus der zufälligen Anwesenheit von Salzen in den Desinfectionsobjecten erklären. Ausser Kochsalzlösungen besitzen ja alle anderen Salzlösungen einen höheren Siedepunkt als Wasser. Bedenkt man ferner,

dass manche Desinfectionsobjecte mit irgendwelchen Medicamenten, die zum grossen Theile Salzlösungen darstellen, in Berührung gekommen sind, so wird obige Erklärung noch wahrscheinlicher.

Die Benutzung von Dampf aus einer Salzlösung zu Desinfectionszwecken empfiehlt sich vorläufig für die Praxis nicht, zumal die Eisentheile des Apparates durch Salz stark angegriffen werden.

Die Hauptergebnisse der oben beschriebenen Versuche sind folgende:

1. Stark überhitzter Dampf ist für die Desinfectionspraxis nicht zu empfehlen.

Dagegen ist eine geringe Ueberhitzung des Dampfes, wie sie z. B. im Schimmel'schen Apparate stattfindet, einwandsfrei.

2. Apparate, in welche der Dampf von oben einströmt, sind in ihrer Wirkung ungleich sicherer und schneller als andere, wo dies nicht der Fall ist. Man hat bei der Construction von Desinfectionsapparaten und beim Einbringen der Objecte in dieselben darauf zu achten, dass Luft und Dampf ungehindert nach unten entweichen können.

3. Durch Vorwärmung der Apparate wird die Desinfection beschleunigt.

4. Die schnellste Desinfectionswirkung wird durch gespannten, strömenden Dampf erzielt.

5. Desinfectionsobjecte, welche mit fettigen oder öligen Substanzen in Berührung gekommen sind, bedürfen einer längeren Desinfectionszeit als andere.

6. Um eine wirksame Desinfection zu erzielen, ist nicht nur eine möglichst vollkommene Austreibung der Luft aus den Objecten, sondern auch eine genügende Condensation des Dampfes erforderlich.

7. Die Condensation des Wasserdampfes in den Desinfectionsobjecten schreitet in einer scharfen Linie von der Peripherie zur Mitte vorwärts.

8. Die zur Erzielung der Desinfection erforderliche Temperatur findet sich nur in der Zone, wo die Condensation bereits stattgefunden hat.

9. Fast unvermittelt, nur wenige Centimeter von der 100° haltenden Zone entfernt, befinden sich — bei unvollständiger Desinfection — Gebiete, welche 40 und mehr Grade unter dem Siedepunkt liegen.

10. Zufälligkeiten, z. B. Falten im Gewebe, Herunterlaufen eines Wassertropfens können Temperaturen erzeugen, welche weit höher sind, als die der nächsten Umgebung.

11. Es ist nothwendig, den Wasserdampf längere Zeit auf grössere Objecte einwirken zu lassen, wenn man der vollen Desinfection sicher sein will.

12. In reiner, nicht wasserhaltiger, verflüssigter Carbolsäure hielten sich die von uns angewendeten Milzbrandsporen bei Brüttemperatur bis zu $4^1/_2$ Tag entwickelungsfähig.

13. Salzlösungen als Siedeflüssigkeit in Desinfectionsapparaten sind für die Praxis vorläufig nicht zu empfehlen.

14. Die von einigen Forschern beobachteten Temperaturen über 100° C. bei Anwendung von ungespanntem Dampfe lassen sich vielleicht aus der zufälligen Anwesenheit von Salzen in den Desinfectionsobjecten erklären.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. Dr. Gärtner, für das bewiesene Wohlwollen und die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.